

AM 2

(16)

JP407126844A

May 16, 1995

L5: 1 of 3

SPUTTERING DEVICE

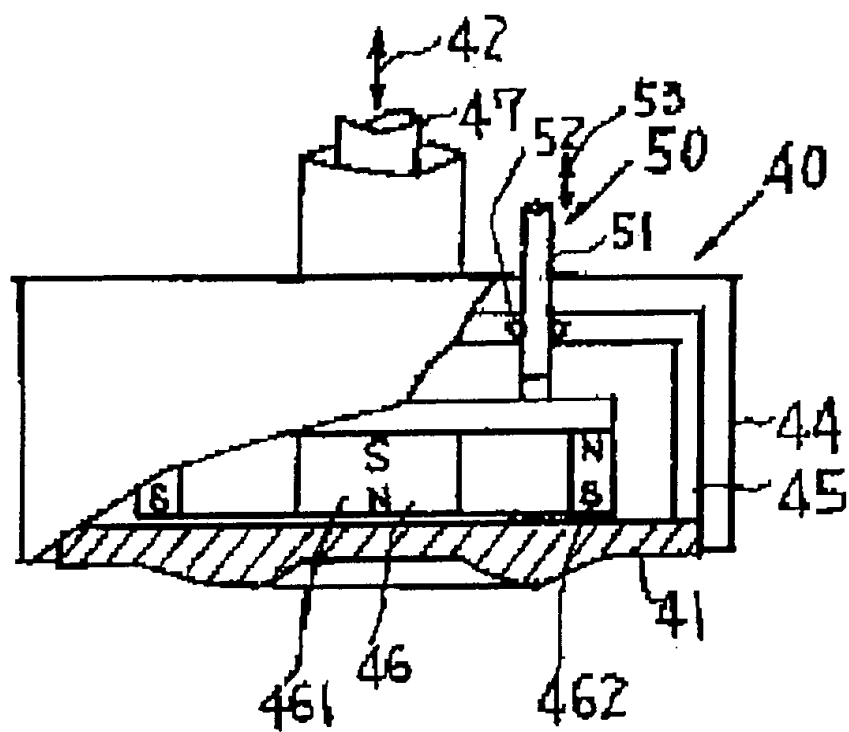
INVENTOR: ASAMAKI, TATSUO  
APPLICANT: ASAMAKI TATSUO  
APPL NO: JP 05325705  
DATE FILED: Nov. 1, 1993  
INT-CL: C23C14/34; H01J37/34

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a self - sputtering device capable of prolonging the life of a self - sputtering target and running continuously over a long period of time.

CONSTITUTION: Self - sputtering is executed by arranging a magnet 4b on the rear surface of a target 41 which is planar and has a projecting part on the surface. Since the self - sputtering is sensitive with the shape and magnetic flux density of the target, the self - sputtering is executed while the position of the magnetic, i.e., the magnetic flux density of the target surface, is kept at an optimum value as the projecting part dents. The excessively high self - sputtering speed is regulated to an adequate value if rotation, etc., are executed simultaneously by diminishing the magnet.

COPYRIGHT: (C)1995, JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-126844

(43) 公開日 平成7年(1995)5月16日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 2 3 C 14/34

P 8414-4K

H 0 1 J 37/34

9172-5E

審査請求 未請求 請求項の数6 審面 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-325705

(22) 出願日 平成5年(1993)11月1日

(71) 出願人 591060083

麻時 立男

東京都八王子市網ヶ丘2-56-10

(72) 発明者 麻時 立男

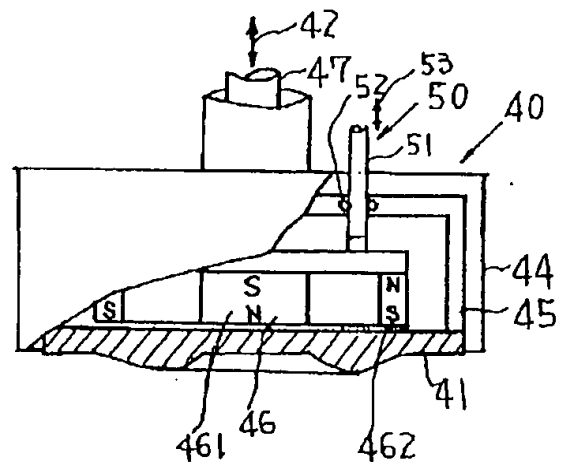
八王子市網ヶ丘2-56-10

(54) 【発明の名称】 スパッタ装置

(57) 【要約】

【目的】 2時間程度しかないセルフスパッタターゲットの寿命を長くし、長期にわたって連続運転を行うことができるセルフスパッタ装置を提供する。

【構成】 面状で表面に凸部をもつターゲット41の裏に磁石46を配し、セルフスパッタを行う。セルフスパッタはターゲットの形状や磁束密度に敏感なので、凸部がへこむにつれて磁石の位置即ちターゲットの表面の磁束密度を最適値に保ちながらセルフスパッタを行う。磁石を小さくして同時に回転などを行うと、早すぎるセルフスパッタ速度を適度な値にすることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部を真空に出来る真空容器、前記真空容器の内部に設けられた陰極機構、前記陰極機構内の陰極の表面が面状をなし且つ陰極の放電にさらされる面（表面）の反対側の面（裏側）に磁気機構を配し、前記磁気機構により陰極の放電にさらされる面の一端から出て他端に入る磁力線を発生せしめ、且つ面状にほぼこれと平行な成分をもつ磁界を設定する手段、前記陰極に電力を供給する手段、放電空間の圧力を調整するガス導入系とよりなるスパッタ装置において、陰極表面上の磁束密度を可変することの出来るスパッタ装置。

【請求項2】 磁束密度を陰極表面と永久磁石の表面との距離を変化させて磁束密度の変化を行うことの出来ることを特徴とする請求項1記載のスパッタ装置。

【請求項3】 磁束密度の可変を、磁気機構に電磁石を用いることにより行うことを特徴とする請求項1記載のスパッタ装置。

【請求項4】 陰極表面の限定された領域のみに磁束を発生し、且つ前記領域を陰極表面上を移動させることの出来る請求項2または請求項3記載のスパッタ装置。

【請求項5】 陰極表面が、エロージョン部分があらかじめ突出された形状をしていることを特徴とする請求項2、請求項3及び請求項4記載のスパッタ装置。

【請求項6】 セルフスパッタが停止したとき、瞬間的にセルフスパッタ起動の圧力まで真空内の圧力を高めるために気体を注入する手段を備えたことを特徴とするセルフスパッタ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、面状陰極を持ったスパッタ装置に関し、特にセルフスパッタ、あるいはセルフスパッタによる反応性スパッタに適用して特に効果がある。

## 【0002】

【従来の技術と課題】最近高真空でのスパッタにより、アスペクト比の高い穴の中に迄薄膜を形成する技術への要請が高まっている。そのためアルゴン等の不活性気体（以下単にガス）の導入なしに、放電電流を極端に増加してスパッタされた粒子をイオン化してスパッタする。いわゆるセルフスパッタの研究が行われ成果を上げつつある。

【0003】しかし発明者の最近の研究によると、このセルフスパッタは高速すぎて（例えば $10\mu\text{m}/\text{min}$ ）、①制御がしにくい、②陰極の寿命が短く連続運転に適さない、③放電が陰極表面の形状や電界あるいは磁界に敏感で、例えばエロージョン部分が $2\text{mm}$ 程度の深さになると、もう放電しなくなる、④放電が時々停止する。などの欠点があり、これではスパッタの特徴を生かして実用化することは困難であることがわかった。

## 【0004】

【この発明の目的】この発明の目的は、長期にわたって安定にセルフスパッタや反応性セルフスパッタを行うことの出来るスパッタ装置を提供することにある。また、放電が不安定にならないように陰極の形状が放電維持可能な形状を維持できるようにスパッタを行えるようにすること、さらに、放電が一時的に停止しても、すぐに再スタート出来るようにすることにある。

## 【0005】

【課題を解決する手段】前記の目的を達成するために、①陰極表面の磁束密度を放電が維持出来る値に維持すること、②陰極表面（ターゲット）の形状をエロージョンの形状を見込んで、なるべく放電しやすい形状にあらかじめしておく、③ターゲットの全面を同時にスパッタするのではなく一部をスパッタし見掛上スパッタ速度が最適な値に設定できるようにする、④セルフスパッタが停止してもスパッタがすぐ再開し、且つガスの悪い影響が最小になるようにバツと導入できすぐ排気できるようにする、などである。

## 【0006】

【この発明の作用】安定で長期にわたって連続運転できるセルフスパッタあるいは反応性セルフスパッタを実現できる。

## 【0007】

【実施例】次にこの発明を図面を用いて詳しく説明する。図1から図4に実施例を示す。図1は放電電流や放電電圧と圧力の関係を示す図で、曲線1は従来の平板マグネトロンスパッタで、 $10^{-1}(\text{Pa})$ 程度以下の圧力では放電しない、この電圧は装置によって若干異なるが、電流急変圧力と云うことにする。曲線2はそのときの電圧変化である。曲線3は、特願平3-62766「面状陰極放電装置」の電流と圧力の関係を示す。放電電流（スパッタ速度は、ほぼ電流に比例する）は圧力とともに低下し、低圧で高速のスパッタを行う場合適当でない。曲線5はセルフスパッタ装置（真空溶解銅ターゲットで直径 $100\text{mm}$ 、ターゲット表面の面平行磁束密度 $250$ ガウス）の放電電流（ $8\text{A}$ 一定）と圧力の関係、その放電を維持する放電電圧（ターゲットが平坦のとき）と圧力の関係を曲線4に示す、およそ $600\text{V}$ 前後であるが、ターゲット表面の形状、磁束密度によって変化する。このときのスパッタ速度は、ターゲット基板間の距離 $60\text{mm}$ でおよそ毎分 $4\mu\text{m}$ である。このように電流急変圧力以下の圧力においても高速スパッタを行うことができる。これをセルフスパッタという。

【0008】このターゲットの断面形状を図2に示す。曲線8はスパッタを始める前の形状を、曲線7はもうこれ以上セルフスパッタが出来なくなったときの形状を示す。この形になるのにおよそ6時間である。もし曲線8のようにあらかじめ凸部を作っておかない（縦軸Oの位置からスパッタを始める）と2hrで曲線7の形状にな

ってセルフスパッタは起きなくなった。曲線7の形状で磁束密度を変化させてみた。磁束密度を大きくすると電圧が低下しすぎ、磁束密度を小さくするとやはりセルフスパッタは起きなかった。また、形状を一点鎖線で示す位置で平面にするとやはりセルフスパッタは起きなかった。さらに、凸部をあまり高くしてもセルフスパッタは起きなかった。この場合は、磁石の位置をターゲットに近づけて、つまり、ターゲット表面の磁束密度を高めることによりセルフスパッタを起こすことができた。6はターゲットの一番消費されたところで、これをエロージ

ョンセンタと云い、その深さはおよそ2mmである。  
【0009】つまり、従来の平板のままでセルフスパッタを行うと、前述の条件で、およそ2時間くらいしか使えなかったこれを表面を凸状にし、マグネットの位置を変化して磁束密度を調整することによりおよそ6時間と約3倍の時間連続運転することができたのである。

【0010】この実験装置の詳細を図3と図4に示す。10は予備排気室で、11は真空排気系、12は真空チャンバ、13は扉、14は通過弁である。15は基板搬入機構で基板を大気圧の空間から基板ホルダ上に基板を搬入する。20はセルフスパッタ用真空容器で、21は真空排気系、22はセルフスパッタチャンバである。30は基板保持機構で、31が基板、32が基板ホルダ、33は絶縁体、34は導入管（水や電気を導入する）、35は基板ホルダ電源で、基板に所要の電位を与える。40は陰極機構で、41はターゲット、矢印42は導入管47を通して電力、冷媒を導入することを意味する。43は絶縁体、44はシールド、45は陰極容器、46は磁気機構でその中心をなす永久磁石である。磁石は中心磁石461、周囲磁石462から通常作られる。磁束をなるべく周囲磁石の外を迂回して中心磁石と結ぶようにするには周囲磁石462を軟磁性体で作るとよい。50はこの発明の特徴とする陰極ターゲット表面上の磁束密度を可変とする手段（以下磁束可変手段）である。51は絶縁体で、矢印53の方向に動かし磁石をターゲット41に近づけたり遠ざけたりしてターゲット表面上の磁束密度を変化する。52はオーリングである。この実施例では永久磁石を使用しているので磁石の位置を変化させているが、電磁石を用いれば位置の変化を行ってもよいし、電流を変化させて磁束密度を変化させてもよい。60はターゲットに電力を供給する手段で、61が電源である。70はガス導入系で、71は流量調節系、72はガスポンプ、73は気体を注入する手段である。

【0011】この装置の運転は、通常のスパッタを行うのとはほぼ同様に行う。セルフスパッタにするには、例えば前述の直径100mmのターゲットの場合、圧力を0.5Paに保ち電圧を変化させながら放電電流を8Aに調整する。ついで、およそ8Aを維持しながらガス導入を断ち、セルフスパッタチャンバ内を10-3Pa程度以下の圧力にする。つまりガス導入なしで、電流急変

圧力以下の圧力においても高速スパッタを行うことができる。もし反応性スパッタを行いたい場合は、所定のガスを導入する。

【0012】図5と図6には別の実施例を示してある。エロージョンセンターの形状を図の一点鎖線55で示す形状とし、これを矢印54で示すように回転しながら、図の矢印53で示すように磁石を上下に動かしながらターゲット表面上の磁束密度を最適値に調整する。この実施例では、ターゲット全面の1/4をスパッタしているので、トータルで寿命を4倍に、スパッタ速度を1/4に、さらに角度θを小さくすることによりターゲットの1/10をスパッタするように設計することもできる。こうすることだけで寿命を10倍に、スパッタ速度を1/10とすることができる。さらに、このように、回転させることによりターゲット表面は一様に削取られるようになり寿命はさらに長くなる。スパッタされているところはほぼ一様に削られるが縁部は、もし平板のままであると411の形状となりやはり短寿命化の原因となる。したがって412のように前もって縁部は削っておくのが望ましい。縁部の形状は実験的に、またエロージョンセンター55の形も実験的に定める。より一様性を増大させるために他のエロージョンセンター551や552を設けるのもよい方法である。もしターゲットが矩形である場合は運動54は、前後・左右にするのもよくその方法は必要に応じて設計する。要はなるべく一様になるようにすることである。あるいはエロージョンセンターが盛り上がるようにすることである。

【0013】図7には別の実施例を示してある。エロージョンセンターの形状はこのように自由に設計できる。

【0014】セルフスパッタは、前述のように表面形状に敏感のみならず、ターゲットの材料や前処理等にも敏感である。例えば、本願の実施例は真空溶解のターゲットを用いているが、例えばそうでない材料を用いるとしばしば放電が停止する。これは、ターゲットからガスが放出され一時的に放電状態を乱すからと思われる。放電が停止すると5×10-1Pa程度迄不活性気体を導入して放電を再スタートさせる必要がある。73はそのための装置である。例えばスパッタ室の容積が200lあるときは、小さい部屋741の容積を1mlよりやや大きくすればよい。731は真空容器、732と737はオーリング、734と738は弁座、736と740はスプリング、735と739は電磁コイルである。通常弁座734と738を閉じ内部を大気圧にしておく。セルフスパッタが停止すると弁座734を開け瞬時的にセルフスパッタ室内を再スタートの圧力にする。弁座734を閉じ738を開け内部を再び大気圧にしておく。これを放電電流を検出し、ガスを導入し電流がなるべく一定になるように電圧を自動制御してやれば極めて短時間にセルフスパッタを再スタートさせることができる。

【0015】この装置により直径0.4μm、深さ1.

2 $\mu$ mの深い穴の銅による埋込を行ったところ、穴の底には穴入口付近と同程度の厚さの薄膜をつけることができた。これは高真空中でスパッタを行うため、スパッタされた粒子が、ターゲットから直進したためと思われる。このように、本方法によれば極めて秀れた穴埋を行うことができる。一層スパッタされた原子の並行性をよくして埋込、特性をよくするために、ターゲットをややお椀形にするのもよい方法である。

【0016】以上は何ら限定的な意味をもつものではない。各実施例は互いに組み合わせたり、その一部を利用し合ったり変形し合ったりしてさらに秀れた製品を生むことができる。さらに従来知られている技術を応用することも勿論である。これらの先行技術は、次の文献にも多少述べられているので参考になる。

- 1 実用真空技術総覧：堀輝雄編、産業技術サービスセンター 1990年刊行
- 2 薄膜ハンドブック：沖山編、オーム社 1983年発行
- 3 真空技術ハンドブック：金持編、日刊工業新聞社 1990年刊行

#### 【0017】

【発明の効果】以上説明したように本発明のスパッタ装置によれば、安定で長期にわたって連続運転のできるセルフスパッタを行うことができしかもガスが極めて低い圧力でスパッタを行うので、高いアスペクト比の穴の内部にもスパッタされた原子や分子が直行し、薄膜を形成することができる。

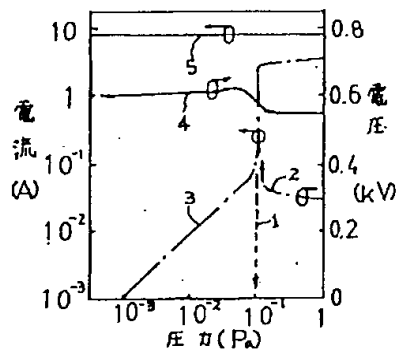
#### 【図面の簡単な説明】

図1から図4、図5と図6、図7及び図8はそれぞれこの発明の実施例を示す図である。

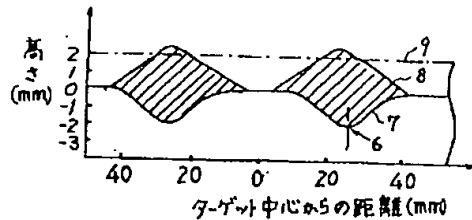
#### 【符号の説明】

- 4 放電電圧
- 5 放電電流
- 6 エロージョンセンター
- 20 真空容器
- 40 陰極機構
- 46 磁気機構
- 60 電力を供給する手段
- 70 ガス導入系
- 20 73 気体を注入する手段

【図1】



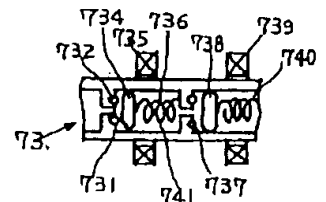
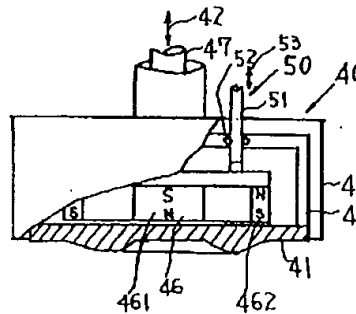
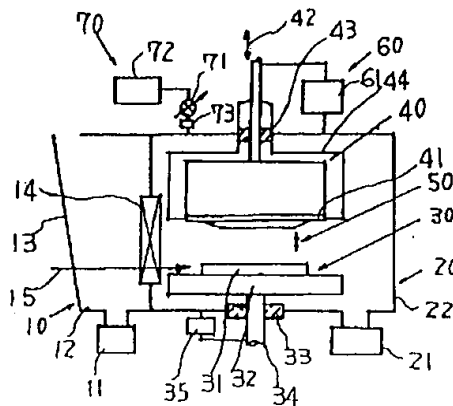
【図2】



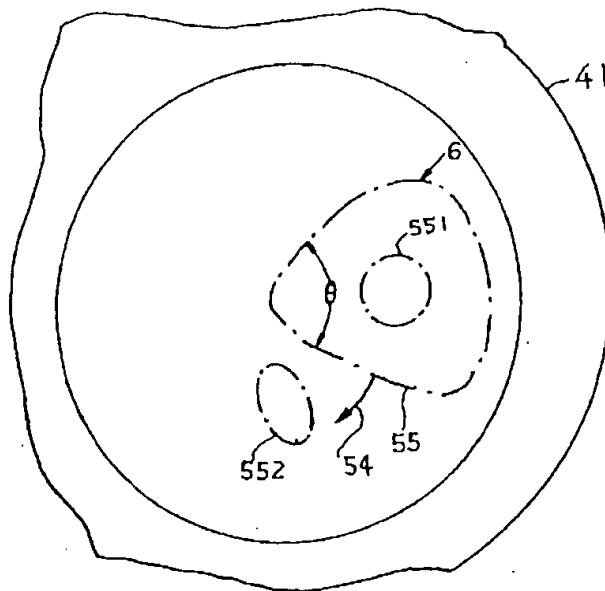
【図4】

【図8】

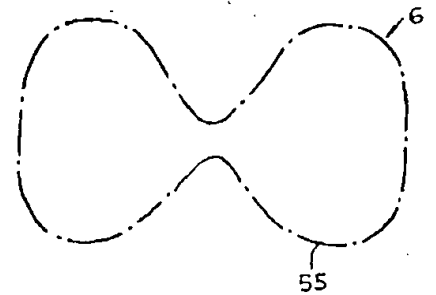
【図3】



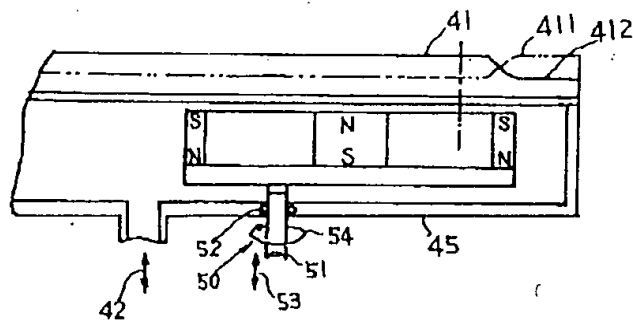
【図5】



【図7】



【図6】



## 【手続補正書】

【提出日】平成6年4月6日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】しかし発明者の最近の研究によると、このセルフスパッタは高速すぎて（例えば $10\mu\text{m}/\text{min}$ ）、①制御がしにくい、②陰極の寿命が短く連続運転に適さない、③放電が陰極表面の形状や電界あるいは磁界に敏感で、例えばエロージョン部分が $2\sim 3\text{mm}$ 程度の深さになると、もう放電しなくなる、④放電が時々停止する。などの欠点があり、これではスパッタの特徴を生かして実用化することは困難であることがわかった。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】

【実施例】次にこの発明を図面を用いて詳しく説明する。図1から図4に実施例を示す。図1は放電電流や放電電圧と圧力の関係を示す図で、曲線1は従来の平板マグネトロンスパッタで、 $10^{-1}(\text{Pa})$ 程度以下の圧力では放電しない。この電圧は装置によって若干異なるが、電流急変圧力と云うことにする。曲線2はそのときの電圧変化である。曲線3は、特願平3-62766「面状陰極放電装置」の電流と圧力の関係を示す。放電